

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-230982

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

G01P 15/125

(21)Application number : 10-029807

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 12.02.1998

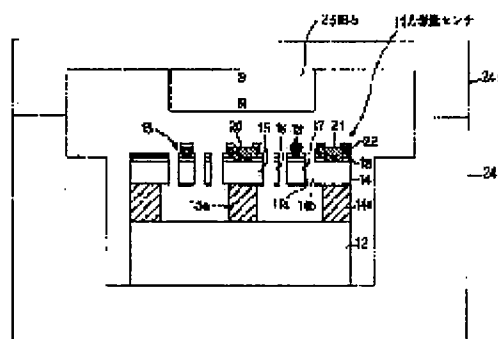
(72)Inventor : AO KENICHI

## (54) DYNAMIC QUANTITY SENSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance reliability when a dynamic quantity is detected based the variation in the distance between a weight movable electrode supported by a beam part and an electrode fixed oppositely thereto while preventing the weight movable electrode from being suspended gravitationally.

**SOLUTION:** A weight movable electrode 17 supported at an anchor part 15 on a supporting substrate 12 through a beam part 16 displaces freely in the direction of a two-dimensional plane parallel with the surface of the substrate 12 upon application at an acceleration and touches a fixed electrode 14 on the substrate 12 upon application of an acceleration higher than a specified level. An annular magnetic body 19 is provided on the upper surface of the substrate 12 and a magnet 23 producing an attracting force for lifting the electrode 17 with respect to the magnetic body 19 is provided on the lower surface of the cap 24a for a case 24 encasing an acceleration sensor 1 comprising the substrate 12, the fixed electrode 14 and the movable electrode 17.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 P 15/125

識別記号

F I

G 0 1 P 15/125

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-29807

(22)出願日 平成10年(1998) 2月12日

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 青 建一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

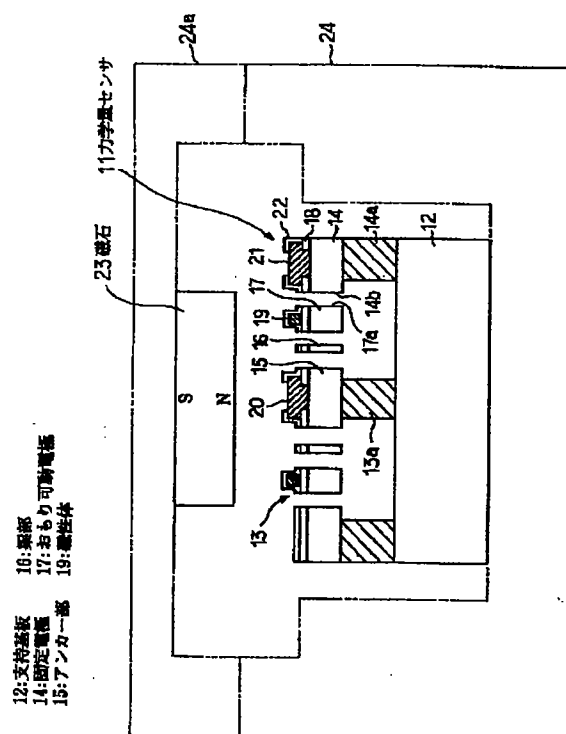
(74)代理人 弁理士 佐藤 強

(54)【発明の名称】 力学量センサ

(57)【要約】

【課題】 梁部により支持されたおもり可動電極が自重によって垂れ下がる現象を防止して、そのおもり可動電極及びこれと対向された固定電極間の距離変化に基づいて力学量を検出する際の検出信頼性を向上させること。

【解決手段】 支持基板12上のアンカー部15に梁部16を介して支持されたおもり可動電極17は、加速度の印加に応じて支持基板12の表面と平行な二次元平面方向へ自由に変位するようになっており、所定レベル以上の加速度が印加されたときに、支持基板上の固定電極14と接触するようになっている。おもり可動電極17の上面には、環状の磁性体19が設けられる。支持基板12、固定電極、可動電極17などより成る加速度センサ1を収納するためのケース24のキャップ24aの下面には、磁性体19に対し、おもり可動電極を持ち上げる方向の吸引力を作用させる磁石23が設けられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 支持基板上のアンカー部に対し弾性変形可能な梁部によって支持され、力学量の作用に応じて水平方向へ変位可能に設けられたおもり可動電極と、前記支持基板上に前記おもり可動電極と所定間隔を存して対向するように配置された固定電極とを備え、前記おもり可動電極と固定電極との間の距離変化に基づいて当該おもり可動電極に作用する力学量を検出するようにした力学量センサにおいて、前記おもり可動電極と一体的に設けられた磁性体と、前記おもり可動電極の上方に、前記磁性体に吸引力を作用させるように配置された磁石とを備えたことを特徴とする力学量センサ。

【請求項 2】 前記おもり可動電極自体が磁性体により構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の力学量センサ。

【請求項 3】 前記おもり可動電極及び固定電極間の接触に応じて力学量の検出動作を行うように構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の力学量センサ。

【請求項 4】 前記おもり可動電極及び固定電極間の静電容量の変化に基づいて力学量の検出動作を行うように構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の力学量センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速度などの力学量を、弾性変形可能な梁部によって支持されたおもり可動電極の変位に基づいて検出するようにした力学量センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、ガス用の流量メータに内蔵され、地震などの振動を感知したときにガス配管のバルブを閉塞する用途、或いは燃焼ストーブに内蔵され、地震などの振動を感知したときに炎及び燃料を断つ用途などに使用される加速度センサにあっては、二次元平面内における多方向の加速度をほぼ同一感度で検出できるように構成されたものが一般的になっている。このような加速度センサにおいては、その小形化及び低消費電力化などと共に信頼性や生産性の向上を実現することが要求されており、このような要求を満たす素子として、従来より、例えば特開平 9-145740 号公報に見られるような半導体加速度センサが知られている。

【0003】即ち、図 10 及び図 11 には、当該公報に記載された半導体加速度センサの模式的な縦断面構造及び平面構造がそれぞれ示されている（但し、図 11 中のハッチングは断面を示すものではなく、各構造要素の区別を容易にするためのものである）。これら図 10 及び図 11 において、単結晶シリコンより成る支持基板 1 上には、支持アンカー 2a を介してアンカー部 3 が固定さ

れている。4 本の梁部 4 は、各一端がアンカー部 3 に一体に連結されて支持基板 1 の表面と平行する方向へ弾性変形可能に設けられたもので、その平面形状がスパイラル状に形成されている。これら梁部 4 の各自由端側には、環状のおもり可動電極 5 が、アンカー部 3 と同心状配置となるように一体に連結される。このおもり可動電極 5 は、その外周面、つまり支持基板 1 に対して垂直な方向の円柱状側面が導電性の検出面 5a として機能する構成となっている。

【0004】支持基板 1 上には、固定電極 6 が支持アンカー 2b を介して配置される。この固定電極 6 は、おもり可動電極 5 を包囲する形態で設けられるもので、当該おもり可動電極 5 に対向する円筒形状内周面が、導電性の被検出面 6a として機能する構成となっている。この場合、アンカー部 3、梁部 4、おもり可動電極 5、固定電極 6 は、支持基板 1 上にシリコン酸化膜を介して貼り合わされた SOI 構造のシリコン単結晶基板をトレンチエッチングすると共に、上記シリコン酸化膜の一部を犠牲層エッチングすることにより形成される。尚、アンカー部 3 上及び固定電極 6 上には、信号取出用のボンディングパッド 7 及び 8 がそれぞれ設けられる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のような半導体加速度センサにあっては、外部から加速度が作用したときに、おもり可動電極 5 が水平方向へ変位するように設置されるものであり、斯様な変位に応じたおもり可動電極 5 及び固定電極 6 間の接触により加速度を検出するという接点方式のセンサ、若しくは上記変位に伴うおもり可動電極 5 及び固定電極 6 間の静電容量の変化に基づいて加速度を検出するという容量方式のセンサとして機能するものである。

【0006】しかしながら、このような構成とされた半導体力学量センサにあっては、おもり可動電極 5 を弾性変形可能な梁部 4 によって支持した構造となっている関係上、図 11 に示すように、おもり可動電極 5 が自重によって垂れ下がった状態となって、そのおもり可動電極 5 と固定電極 6 との対向面積が小さくなるという現象が発生する。このため、接点方式のセンサとして構成された場合には、両電極 5 及び 6 間の接触面積が小さくなって、その接触時の導通抵抗が大きくなるという事情があり、また、容量方式のセンサとして構成された場合には、両電極 5 及び 6 間に形成される静電容量の絶対値が小さくなって、S/N 比が低下するという事情があり、何れにしても検出信頼性の低下を来すことになる。

【0007】本発明は上記した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、おもり可動電極が自重によって垂れ下がる現象を防止できるようになって、そのおもり可動電極及びこれと対向された固定電極間の距離変化に基づいて力学量を検出する際の検出信頼性を向上させ得るようになる力学量センサを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に記載したような手段を採用できる。この手段によれば、おもり可動電極と一体に設けられた磁性体が、そのおもり可動電極の上方に配置された磁石によって上方へ吸引されるようになるから、おもり可動電極が自重によって垂れ下がった状態になることを効果的に防止できる。このため、おもり可動電極と固定電極との対向面積が小さくなる事態が阻止されることになって、おもり可動電極及び固定電極間の距離変化に基づいて力学量を検出する際の検出信頼性の低下を未然に防止できるようになる。

【0009】請求項2に記載した手段を採用した場合には、磁性体を別途に設ける必要がなくなって全体の構造が簡単化ようになる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を半導体加速度センサに適用した一実施例について図1ないし図9を参照しながら説明する。図1にはケースに収納した状態での全体の模式的な縦断面構造が示され、図2には全体の横断面構造が示されている。これら図1及び図2において、力学量センサとしての半導体加速度センサ11（以下、単に加速度センサと呼ぶ）は、基本的には、単結晶シリコンより成る支持基板12上に、同じく単結晶シリコンより成る梁構造体13及び固定電極14を、それぞれに対応した支持アンカー13a及び14aを介して支持した構造となっている。上記梁構造体13は、上記支持アンカー13aにより支持された円柱形状のアンカー部15と、このアンカー部15に一体に連結された例えば4本の梁部16と、これら梁部16により支持されたおもり可動電極17とを備えた構成となっている。

【0011】この場合、上記梁部16は、スパイラル状の平面形状を有するもので、各一端がアンカー部15の周壁に一体に連結され、以て支持基板12の表面と平行する方向へ延出した形態に支持されている。上記梁部16は、その縦断面形状の横方向寸法に対する縦方向寸法の比が十分に大きく設定されており、これにより支持基板12の表面と平行する方向へ弾性変形可能に構成されている。

【0012】前記おもり可動電極17は、環状（短円筒形状）に形成されたもので、その内周面が前記梁部16の自由端側に一体に連結されている。これにより、おもり可動電極17は、支持基板12上に当該支持基板12の表面と所定間隔を存して平行し、且つ力学量である加速度の印加に応じて支持基板12の表面と平行な二次元平面方向へ自由に変位できるように保持されている。そして、このおもり可動電極17は、その外周面が電極面17aとされている。

【0013】前記固定電極14は、おもり可動電極17に対応した領域を円柱形状にくりぬいた形状とされるこ

とにより、支持基板12の周辺部に配置されたものであり、その内周面が電極面14bとされている。この場合、上記電極面14bは、おもり可動電極17の電極面17aと所定ギャップを存して対向された状態とされている。具体的には、それら電極面14b及び17a間の距離は、支持基板12が水平に設置された状態（おもり可動電極17に加速度が印加されていない状態）において、ではば均一な状態となるように保たれており、これにより両電極面14b及び17a間のギャップは等幅の円環状を呈するようになっている。

【0014】尚、上記おもり可動電極17などを含んで成る梁構造体13、並びに固定電極14にあつては、少なくともその表面にリンなどの不純物を導入したり、或いは表面に導電性の材料を蒸着やメッキなどの手段により成膜することによって、抵抗率が引き下げられる。

【0015】梁構造体13及び固定電極14上には、保護膜としてシリコン窒化膜18が成膜されている。また、おもり可動電極17の上面には、Niなどより成る環状磁性体19が上記シリコン窒化膜18を介して一体的に設けられている。さらに、アンカー部15の上面には、シリコン窒化膜18を貫通して当該アンカー部15にオーミック接続されたボンディングパッド20が設けられ、固定電極14の上面には、シリコン窒化膜18を貫通して当該固定電極14にオーミック接続されたボンディングパッド21が設けられている。尚、梁構造体13及び固定電極14の最上層には、保護膜としてシリコン窒化膜22が成膜されているが、このシリコン窒化膜22における上記ボンディングパッド20及び21との対応部分は開口されている。

【0016】また、おもり可動電極17の上方には、前記環状磁性体19に吸引力を作用させ得る位置に磁石23が配置されている。この実施例では、上記磁石23は、加速度センサ11を収納するためのケース24のキャップ24aの下面に取り付けられている。この場合、磁石23の大きさ及び磁界強度並びに取付位置は、環状磁性体19を含むおもり可動電極17の重量及び大きさなどを考慮して設定されるものである。具体的には、環状磁性体19を吸引した状態で、おもり可動電極17の電極面17aと前記固定電極14の電極面14bとの対向面積が最大となるように設定される。尚、磁石23は、支持基板12の表面と直交した方向（垂直方向）に着磁されたものである。

【0017】さて、図3ないし図9には加速度センサ11の製造工程が模式的に示されており、以下これについて前記図1及び図2も参照しながら説明する。まず、図3に示すように、加速度センサ11を作成するためのSOI基板25を用意する。このSOI基板25は、最終的に前記支持基板12となるシリコンウェハ26の表面に形成されたシリコン酸化膜27上に、前記梁構造体13及び固定電極14を形成するための単結晶シリコンウ

エハを貼り合わせ法などにより設け、研磨にて所定の厚さとし単結晶シリコン基板28を形成した構成となっている。尚、上記シリコン酸化膜27は、最終的に前記支持アンカー13a及び14aとなるものである。

【0018】次に、図4に示すように、単結晶シリコン基板28上にLP-CVD法などにより前記シリコン窒化膜18を形成した後に、このシリコン窒化膜18をパターニングすることによって、前記ボンディングパッド20及び21のための窓部20a及び21aを形成する。

【0019】さらに、この後には、図5に示すように、前記ボンディングパッド20、21及び環状磁性体19を形成する。具体的には、シリコン窒化膜18上の全体に、蒸着手段、スパッタ手段或いはメッキ手段などによってアルミ膜を成膜して前記窓部20a及び21を埋めた状態とした後に、そのアルミ膜をパターニングすることによってボンディングパッド20及び21を形成し、また、この後に、Niなどの磁性体膜を同様に成膜した後に、その磁性体膜をパターニングすることによって環状磁性体19を形成する。

【0020】その後、図6に示すように、上記シリコン窒化膜18、環状磁性体19及びボンディングパッド20、21上に、CVD法或いはプラズマCVD法などにより前記シリコン窒化膜22を成膜した後に、そのシリコン窒化膜22上にシリコン酸化膜29を同様の手法を用いて成膜する。

【0021】次いで、図7に示すように、シリコン酸化膜29に対するエッチング処理、並びにシリコン窒化膜22及び18に対するエッチング処理を順次行うことにより、それらシリコン酸化膜29、シリコン窒化膜22及び18に、最終的に前記梁構造体13及び固定電極14間の溝部となる領域に対応した形状の窓部30を形成し、以てSOI基板25の単結晶シリコン基板28を露出させる。

【0022】さらに、図8に示すように、単結晶シリコン基板28に対し、最上層のシリコン酸化膜29をマスクとした異方性エッチング（ドライエッチング）を施すことにより、前記窓部30に対応した形状のトレンチ31を形成し、以てSOI基板25のシリコン酸化膜27を露出させる。

【0023】その後、図9に示すように、フッ酸系のエッチング液を利用してシリコン酸化膜27を犠牲層エッチングして単結晶シリコン基板28の下面に空洞部を形成するものであり、これにより支持アンカー13a及び14aを形成する。つまり、このような犠牲層エッチングにより、支持アンカー13aにより支持された状態の梁構造体13を形成する。この後に、シリコンウェハ26を所定位置でカットするダイシング工程などを行うことによって、図1及び図2に示した加速度センサ1の基本構造が完成する。

【0024】尚、このときには、最上層のシリコン酸化膜29もエッチングされて除去される。また、上記犠牲層エッチングは時間制御により行う。さらに、上記した各工程の何れかの段階で、単結晶シリコン基板28に対し、例えばリンなどの不純物をイオン注入やリンデポなどにより導入することによって、梁構造体13及び固定電極の抵抗率を下げるが行われる。

【0025】上記した本実施例による加速度センサ1は、支持基板12が水平な状態となるように設置されるものであり、所定レベル以上の加速度が印加されたときに、おもり可動電極17が水平方向へ移動されて、その電極面17aが固定電極14の電極面14bに接触するようになり、斯様な接触に応じて印加加速度を検出できるようになる。この場合、上記加速度センサ1にあっては、おもり可動電極17と一体に設けられた磁性体19が磁石23によって上方へ吸引されるのに応じて、おもり可動電極17が持ち上げられた状態となるものであり、以て当該おもり可動電極17が自重によって垂れ下がった状態になることが確実に防止される。そして、その吸引状態では、おもり可動電極17の電極面17aと固定電極14の電極面14bとの対向面積が最大となるように構成されているから、それら電極面17a及び14b間の接触時の導通抵抗が従来構成のように大きくなる事態を阻止できるものであり、これにより、おもり可動電極17及び固定電極14間の接触に基づいて加速度を検出する際の検出信頼性の低下を未然に防止できるようになる。

【0026】尚、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、次のような変形または拡張が可能である。おもり可動電極17と固定電極14との接触により加速度を検出する構成としたが、それら両電極17及び14間の静電容量の変化に基づいて加速度を検出する構成としても良い。おもり可動電極自体を磁性体により構成しても良く、このような構成によれば、磁性体を別途に設ける必要がなくなって全体の構造が簡単化するようになる。半導体加速度センサに限らず他の力学量センサにも応用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による半導体加速度センサの模式的な縦断面図

【図2】同センサの横断面図

【図3】半導体加速度センサの製造工程を模式的に示す縦断面図その1

【図4】同製造工程を模式的に示す縦断面図その2

【図5】同製造工程を模式的に示す縦断面図その3

【図6】同製造工程を模式的に示す縦断面図その4

【図7】同製造工程を模式的に示す縦断面図その5

【図8】同製造工程を模式的に示す縦断面図その6

【図9】同製造工程を模式的に示す縦断面図その7

【図10】従来構成を説明するための図1相当図

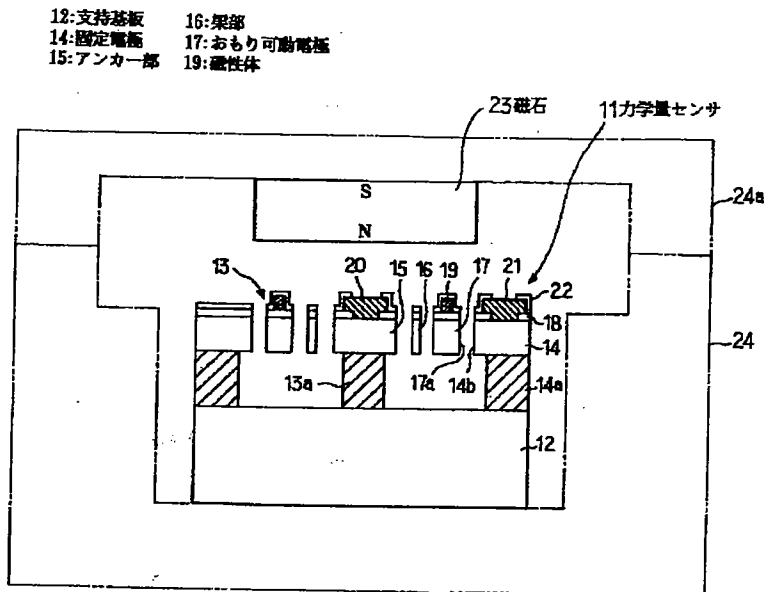
【図11】 同従来構成を説明するための平面図

【符号の説明】

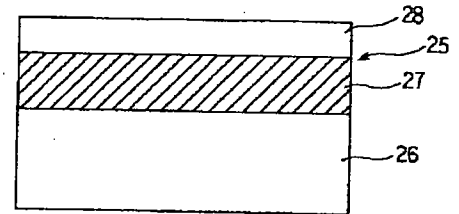
11は半導体加速度センサ（力学量センサ）、12は支持基板、13は梁構造体、13aは支持アンカー、14

は固定電極、14aは支持アンカー、14bは電極面、15はアンカー部、16は梁部、17はおもり可動電極、17aは電極面、19は環状磁性体、20、21はボンディングパッド、23は磁石を示す。

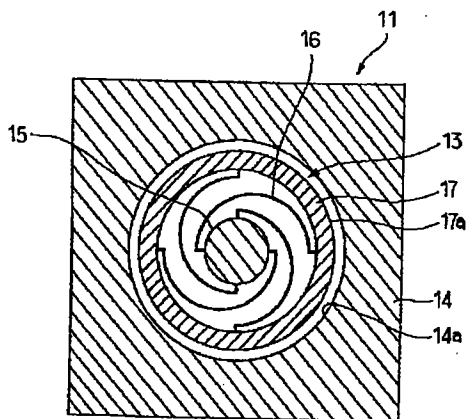
【図1】



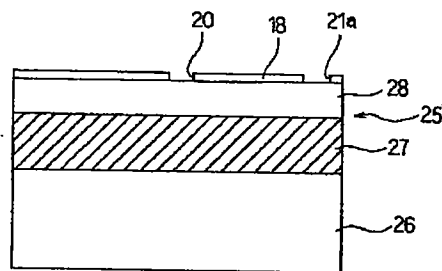
【図3】



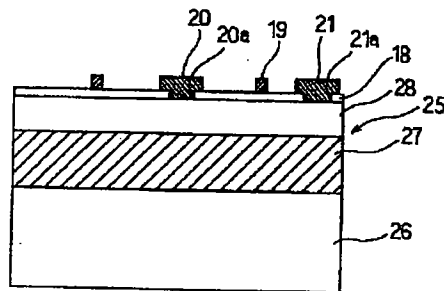
【図2】



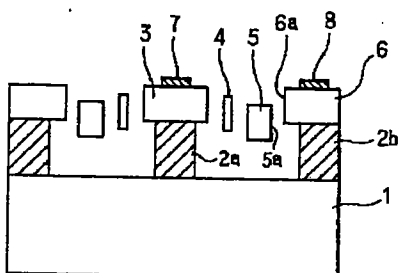
【図4】



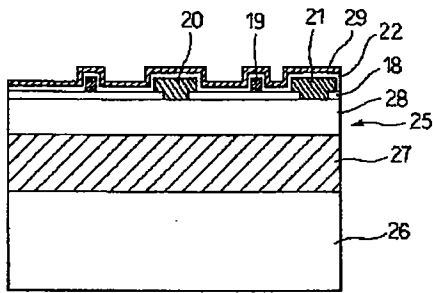
【図5】



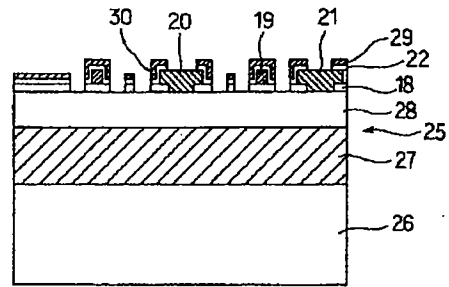
【図10】



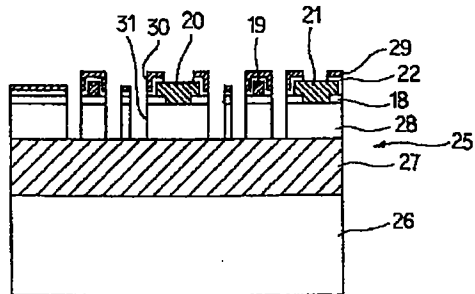
【図6】



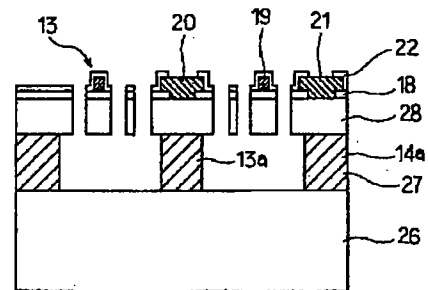
【図7】



【図8】



【図9】



【図11】

